



TITLE:

微動記録から推定したグリーン関数を用いた偏心建物の層剛性の推定に関する研究( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

羽田, 浩二

---

CITATION:

羽田, 浩二. 微動記録から推定したグリーン関数を用いた偏心建物の層剛性の推定に関する研究. 京都大学, 2019, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2019-03-25

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k21730>

RIGHT:

京都大学	博士（工学）	氏名	羽田 浩二
論文題目	微動記録から推定したグリーン関数を用いた偏心建物の層剛性の推定に関する研究		
<p>振動記録を使って建物の構造特性を推定する手法は、建物の耐震性能を把握する上で有用である。中低層建物に多い偏心建物では、ねじれ振動による地震被害が古くから報告されている。ねじれ振動を含む偏心建物の層剛性を把握する手法が構築できれば、地震後の即時建物健全性評価を行う上で極めて有効な技術になり得る。特に、地震観測記録ではなく簡便に観測できる微動記録を使うことは、地震活動の低い地域にも適用でき、汎用性を高めることとなる。本論文は、まず、地動の回転成分を推定する手法を開発し、地盤における小規模高密度アレイ観測記録から地動の回転成分を推定している。そして、実在する偏心建物の微動記録から、並進2成分とねじれ成分による3入力3出力の時刻歴グリーン関数（インパルス応答）を求め、推定したグリーン関数から偏心建物の全層の層剛性を推定している。各章の要旨を以下に示す。</p> <p>第1章「序論」では、観測記録を用いた建物の動特性推定に関する研究の背景を述べている。建物の動特性推定に関する既往の多くの研究では、ねじれ成分を考慮していない。また、偏心建物を対象とした場合では、ねじれ成分の入力を無視していること、および、実在する偏心建物の観測記録を用いた研究が殆どないことを指摘している。使用する観測記録については地震記録ではなく微動記録を使うことの優位性および地動の回転成分に関する検討の必要性を示している。そして、建物の動特性の推定に関する既往の研究を概観することにより、本研究の位置付けを明確にし、論文の構成を示している。</p> <p>第2章「地動の回転成分推定法の開発」では、高密度平面アレイ観測記録を対象とした地動の回転成分を推定する手法を開発している。推定している回転成分は、ロッキング2成分およびねじれ1成分の合計3成分である。開発した手法は、地盤を弾性体と仮定しテラー展開を用いた差動から重みつき最小二乗法により求めた空間微分値を用いて回転成分を推定する弾性体法と、地盤を剛体と仮定し最小二乗法により差動記録から直接回転成分を推定する剛体法、の2種類の方法である。そして、地盤における小規模高密度微動アレイ観測を実施し、その記録から地動の回転3成分の推定を行い、提案する手法の有用性を示している。また、半径5m程度まで剛体と振る舞っている可能性があり、間接的ではあるが、推定した地動の回転3成分のうちねじれ成分は、建物への入力として考慮する必要があることを指摘している。</p> <p>第3章「微動記録を用いた偏心建物のグリーン関数の推定」では、まず、偏心建物のグリーン関数を求める手法を開発している。通常の建物におけるグリーン関数は加速度を入力し、変位を出力しているが、グリーン関数を2階微分することにより、加速度を入力し、加速度を出力するグリーン関数としている。既往の研究では、偏心建物への入力については、並進2成分のみでねじれ成分を無視しているものが多い。本研究で提案する手法は、微動記録の並進2成分にねじれ成分を加えた合計3成分を入力とし、</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	羽田 浩二
<p>偏心建物の3入力3出力の時刻歴グリーン関数を推定可能としている点に特徴がある。また、グリーン関数を時間領域で直接的に推定することで、ノイズの影響を受けにくい推定が可能となっている。次に、実在する偏心建物を対象として微動観測を実施し、観測記録を用いてグリーン関数を推定している。その際、グリーン関数の推定で使用する観測記録は、基準階（入力位置）と対象階（出力位置）の限られた階の同時観測のみで良いことを示している。また、ねじれ成分に関するグリーン関数は基準階におけるねじれ成分の長周期成分が不足し、グリーン関数の波形が歪むため、波形の歪みを補正する方法を提案している。</p> <p>第4章「微動記録から求められた偏心建物のグリーン関数を使用した層剛性の推定」では、第3章で推定したグリーン関数を使用して偏心建物の全層の層剛性を推定し、提案手法の有用性を例示している。推定している層剛性は、グリーン関数の精度が高いと考えられている層剛性行列の対角成分の3成分のみである。また、推定対象層の上下階と基準階の限られた位置での同時観測を行って層剛性を推定し、これを繰り返すことで全層の層剛性が推定できる。したがって、提案手法は、全ての階で同時微動観測を行う必要がなく、実用性に優れていることを指摘している。</p> <p>第5章「結論」では、本論文で得られた成果を要約し、今後の課題を述べている。</p>			

## (論文審査の結果の要旨)

本論文は、微動記録から偏心建物の動特性の推定に関する課題を解決するために、まず、地動の回転 3 成分(ロッキング 2 成分とねじれ 1 成分)を推定する手法を構築している。次に、偏心建物の並進 2 成分とねじれ 1 成分による 3 入力 3 出力の時刻歴グリーン関数(インパルス応答)を推定する手法を提案している。最後に、そのグリーン関数を用いて、実在する偏心建物の全層の層剛性が推定できることを例示している。得られた主な成果は次の通りである。

1. 地盤における小規模高密度アレイ観測より、地動の回転 3 成分を推定可能な 2 つの手法(弾性体法および剛体法)を新たに構築している。また、間接的ではあるものの、偏心建物の時刻歴グリーン関数や層剛性の推定を行う場合には、これまで用いられることの無かった微動記録のねじれ成分を考慮する必要があることを指摘し、構築した手法の重要性を指摘している。
2. 時刻歴グリーン関数と層剛性の推定手法を実在する偏心建物に適用し、構築した手法の有用性を例示している。特に、基準階におけるねじれ成分の長周期成分が不足するため、時刻歴グリーン関数の波形の歪みを補正する方法を提案しており、実用性を高めている。
3. 時刻歴グリーン関数や層剛性を推定する際には、全層同時観測が必要ではなく、限られた位置のみで観測を行えばよく、実用性に優れていることを提示している。

本論文で構築した手法の独創性は高く、地震被害を受けやすい偏心建物の構造特性の把握や、地震後の建物の損傷度を把握する際に極めて有用であり、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 31 年 1 月 22 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。